

# RESPUESTA DE VIOLETA AFRICANA (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) A LA INOCULACIÓN CON RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN VIVERO

## RESPONSE OF AFRICAN VIOLET (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) TO INOCULATION WITH PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA IN NURSERY

Zulueta-Rodríguez, R.<sup>1</sup>, Gómez-Merino, F.C.<sup>2</sup>, Hernández-Baz, F.<sup>3</sup>, Reyes-Pérez, J.J.<sup>4,5</sup>, Alemán-Chávez, I.<sup>1</sup>, Lara-Capistrán, L.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana, Campus Xalapa. Facultad de Ciencias Agrícolas. Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria. Xalapa, Veracruz, México. <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348. Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. <sup>3</sup>Universidad Veracruzana, Campus Xalapa, Facultad de Biología. Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Zona Universitaria. Xalapa, Veracruz, México. <sup>4</sup>Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario. La Maná, Ecuador. <sup>5</sup>Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade km 1.5 Vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

\*Autor para correspondencia: llara\_capistran@hotmail.com

### ABSTRACT

The African violet (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) worldwide is a highly prized ornamental potted plant where demand for it generates high revenues. However, the constant rise in the price of chemical inputs requires finding alternative management strategies where production costs of the crop are kept in line with local and global competitiveness. In this context, the plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) are possible candidates due to the synergistic interactions and diverse beneficial effects on their host plants. In this study, we evaluated the effect of *Bacillus subtilis* 1 and *B. subtilis* 2 (*Bs1* and *Bs2*) isolated from papaya (*Carica papaya*) and basil (*Ocimum basilicum*) in Baja California Sur (Mexico), respectively, on *S. ionantha* cultivated in nursery under a routine method for the generation of commercial flowering plants. Nine treatments were considered (Fertilization [F]100%, F50%, F75%, *Bs1*, *Bs2*, *Bs1*+F50%, *Bs2*+F50%, *Bs1*+F75% and *Bs2*+F75%), with 50 replications. The following parameters were measured: number of leaves, leaf area, dry weight of leaves, roots and petioles, number of button flowers and the UCF. The data processed with STATISTICA (StatSoft Inc., Tulsa, OK) commercial software showed statistical differences in leaf area with *Bs1*+75%F ( $\geq 47.63\%$ ) and *Bs2*+50%F ( $\geq 37.15\%$ ) when the rhizobacterias acted with reduced fertilizer rate, compared to the fertilized plants. The last one (*Bs2*+50%F [ $8.91 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$  rhizosphere soil]) was the treatment with the biggest UCF. These results demonstrate the importance of incorporating PGPR in these systems of production, in order to provide cost savings and decrease the application of inorganic fertilizers.

**Key words:** *Saintpaulia ionantha*, PGPR, commercial nursery.

## RESUMEN

La violeta africana (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) es una especie ornamental de maceta muy apreciada en todo el mundo, cuya demanda genera altos ingresos. Sin embargo, el alza constante en el precio de insumos químicos exige la búsqueda de alternativas de manejo donde los costos de producción mantengan la competitividad local y global del cultivo. En dicho contexto, las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, plant growth-promoting rhizobacteria) son elegibles debido a los alcances sinérgicos y efectos benéficos que concurren en sus hospederas. En el presente trabajo se evaluó el efecto de *Bacillus subtilis* 1 y *B. subtilis* 2 (*Bs1* y *Bs2*), aislados de papaya (*Carica papaya*) y albahaca (*Ocimum basilicum*) en Baja California Sur (México), respectivamente, sobre *S. ionantha* en vivero comercial, bajo las rutinarias condiciones de manipulación del productor. Se consideraron 9 tratamientos (Fertilizado [F]100%, F50%, F75%, *Bs1*, *Bs2*, *Bs1*+F50%, *Bs2*+F50%, *Bs1*+F75% and *Bs2*+F75%), con 50 repeticiones, donde se estimaron número de hojas, área foliar, peso seco de hojas, raíz y pecíolos, número de botones florales así como las Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Los datos procesados con el software comercial STATISTICA (StatSoft Inc., Tulsa, OK) revelaron un incremento significativo en el área foliar de las plantas tratadas con *Bs1*+75%F ( $\geq 47.63\%$ ) y *Bs2*+50%F ( $\leq 37.15\%$ ) en relación con plantas fertilizadas al 100%. El mayor número de UFC lo presentó el tratamiento *Bs2*+50%F ( $8.91 \times 10^5 \text{ g}^{-1}$  de suelo rizosférico). Estos resultados demuestran la importancia de incorporar PGPR en estos sistemas de producción, por el ahorro y disminución en la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

**Palabras clave:** *Saintpaulia ionantha*, PGPR, vivero comercial.

del crecimiento vegetal (PGPR) se han convertido en protagonistas de infinidad de investigaciones en varios países, entre las que el registro de *Bacillus subtilis* destaca debido al efecto inhibitorio contra hongos patógenos en laboratorio, invernaderos y campo (Cavaglieri et al., 2005; Lee et al., 2008).

De entre la variedad de metabolitos secundarios que se han registrado a partir de esta bacteria Gram positiva, mención especial merece la producción de sideróforos (Tahir et al., 2014), los cuales son compuestos extracelulares de bajo peso molecular capaces de estimular la síntesis de compuestos antimicrobianos y la solubilización, transporte y adsorción/absorción de metales pesados del suelo como hierro, zinc y cobre (Gururani et al., 2012) a favor de la biorremediación (Sayyed et al., 2014), la supresión de diversos fitopatógenos y la promoción del crecimiento vegetal, entre otras (Cazorla et al., 2007; Rong et al., 2011).

Además, al instalarse en raíces y hojas inducen a la planta a producir fitoalexinas, proteínas (enzimas como quitinasas y  $\beta$ -1-3-glucanasas) que incrementan la formación de lignina y la expresión de genes relacionados con la defensa ante el ataque de microorganismos dañinos (Chowdappa et al., 2013; Köberl et al., 2014).

Los estudios donde se determina el efecto de los *B. subtilis* como promotor del crecimiento y desarrollo de las violetas africanas son escasos y, por ello, se requiere la realización de ensayos donde se corrobore el efecto proveniente de la incorporación de estos microorganismos bajo las condiciones de manejo de un productor comercial de estas

## INTRODUCCIÓN

**La violeta africana** (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.) es una planta muy popular en todo el mundo (Alanís-Flores y González-Alanís, 2002; Streck, 2004) y por sus llamativas flores apreciada como ornamental (Falcón y Cabrera, 2007), que genera millones de dólares a los floristas especializados (DeFilipps, 2000; Kessler y Bodie, 2004) y, por esta razón, se han obtenido infinidad de variedades cultivadas para la decoración de interiores (Blake et al., 2017; Gil et al., 2017).

Sin embargo, su producción se ha visto afectada por la cantidad de fertilizantes y plaguicidas que su cuidado demanda durante los ocho meses que las plantas permanecen en vivero. Por tal motivo, se hace necesaria la adaptación de tecnologías que reduzcan los costos de producción y sean factibles de aplicar en los sistemas de propagación y manejo de *S. ionantha* en México.

Durante la última década el uso de biofertilizantes se ha convertido en una alternativa eficaz de manejo que ha llamado la atención por sus cualidades benéficas e inocuas en humanos, animales y plantas (Villa et al., 2007; Calvo y Zúñiga, 2010; Qiao et al., 2014). En dicho contexto, las bacterias promotoras

plantas de ornato en vivero. Por tales razones se planteó como objetivo evaluar el efecto de *B. subtilis* 1 y *B. subtilis* 2 aisladas de papaya (*Carica papaya*) (Bs1) y albahaca (*Ocimum basilicum*) (Bs2) cultivadas en Baja California Sur, México, sobre el crecimiento y desarrollo de *S. ionantha* en vivero comercial, bajo las rutinarias condiciones de manipulación del floricultor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización geográfica del sitio experimental

El trabajo se llevó a cabo en el vivero comercial "Las violetas XOMI" ubicado en la localidad de Pinoltepec, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México, a 19° 43' de latitud norte y 96° 75' de longitud oeste, a 700 m de altitud.

### Descripción de los tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar con 9 tratamientos y 50 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1=Fertilización (F) 100%, T2=F50%, T3=F75%, T4=Bs1, T5=Bs2, T6=Bs1+F50%, T7=Bs2+F50%, T8=Bs1+F75% y T9=Bs2+F75%.

### Preparación del sustrato

El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra de monte con hojarasca triturada, desinfectada por 2 semanas con Furadan® 350L (200-250 cc/100L de agua) y Captan® (5 g/m<sup>2</sup>) y 1 semana de aireación antes del llenado de los contenedores individuales de 185.3 g de capacidad, que se mantuvieron a una temperatura promedio de 22 a 24° C.

### Trasplante e inoculación de las plantas

El trasplante e inoculación se realizó en plantas de violeta homogéneas que tenían de tres a cuatro hojas verdaderas. En primer lugar se desinfectó la raíz con fungicida Blindaje®50 con acción sistémica y de contacto y, a continuación, se agregaron 5 mL de *B. subtilis* por planta.

Las bacterias fueron proporcionadas por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). La cepa de *B. subtilis* 1 se aisló de papaya y la de *B. subtilis* 2 de albahaca cultivados en Baja California Sur, México. Estas cepas se pusieron a crecer en un medio de cultivo artificial (medio TSB 3%, Caldo Soya Triptona), y se les incubó durante 48 h a 27 °C. A continuación, se extrajo 1 mL de cada suspensión bacteriana ajustada a una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>.

### Fertilización

La fertilización con Poly-Feed® Foliar 8-52-17 y micronutrientes se realizó una vez a la semana; con nitrato de potasio (0.5 g L<sup>-1</sup> KNO<sub>3</sub>) se efectuó cada 15 días; y con sulfato de magnesio (1.0 g L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub>) cada mes.

### Variables evaluadas

Se contó el número de hojas y botones florales, mediante observación directa, y el área fotosintética total, expresada como área foliar, se obtuvo con un medidor portátil CI-202, modelo SE410G (CID, Inc.®). El peso seco de hojas, raíz y pecíolos se determinó con una balanza digital modelo Precisa 125 ASC5 (Swiss Quality®, ISO 9001) cuando los tejidos vegetales mantenidos a 70 °C en una estufa Robertshaw (con doble termostato 50-300 °C de Robertshaw Controls Company®) alcanzaban peso constante, y para corroborar la colonización rizobacteriana (UFC g<sup>-1</sup> de raíz) se adecuó la metodología propuesta por Olivas (2001), procediéndose a tomar 0.3 g de raíz por planta de cada tratamiento para obtener una muestra compuesta de 1.5 g en condiciones de asepsia, la cual se colocó en una caja Petri con 5 mL de solución salina al 0.85%. A continuación, y con la ayuda de un pistilo, ésta se maceró y dejó reposar durante 24 h. En seguida se transfirió 1 mL en cada caja Petri con medio AST y tras 24 h se realizó la cuantificación de colonias y el resultado obtenido se expresó como UFC g<sup>-1</sup>.

### Análisis estadísticos

El efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta se examinaron aplicando el análisis de varianza (ANOVA) de STATISTICA v. 8 para Windows, y para la comparación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Fisher LSD, con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05\%$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico reveló diferencias significativas (LSD de Fisher,  $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos para todas las variables evaluadas en violeta africana. En el área foliar el mejor tratamiento fue Bs1+75%F con incremento de 51.32% respecto a las plantas testigo (Cuadro 1) lo cual, desde un punto de vista comercial, es esencial en plantas ornamentales de interior y de espacios donde el follaje es un factor de indiscutible valor para su mercadeo. Además, el aumento en la superficie foliar asimiladora asegura que la fotosíntesis laminar óptima se traduzca en la formación, nutrición interna y progreso hormonal de los primordios florales (Bisgrove y Hadley, 2002).

De acuerdo con Thomas (2012), la violeta africana demanda un aporte cuantioso de fertilizantes inorgánicos para su cultivo, y por ello los floricultores consideran fundamental la aplicación de estos insumos para el apropiado crecimiento y desarrollo de esta planta de ornato. Sin embargo, bien vale la pena matizar que las características comerciales de *S. ionantha* mostraron una marcada mejoría al incorporar *B. subtilis* y una dosis reducida de fertilizante en el proceso productivo, de tal modo que su combinación puede convertirse en una importante alternativa para quienes se dedican al cultivo de estas pequeñas especies que gozan de gran popularidad para embellecer el interior de las viviendas.

Tendencia similar presentaron las variables número de hojas y biomasa seca de pecíolos, hojas y raíz, con incrementos respectivos de 57.77%, 68.83%, 72.45%, 75.38% (Cuadro 1).

En cuanto a la biomasa seca de raíces, hojas y pecíolos se refiere, Bs1+75%F fue el mejor tratamiento,

lo cual es concurrente a lo reportado por Cárdenas *et al.* (2007) quienes confirman un incremento en la calidad comercial de flor de muerto (*Tagetes erecta*) no solo al promover la síntesis de auxinas (Jiménez, 2004), sino también la secreción de pequeños péptidos con actividad de la enzima ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico desaminasa (ACC desaminasa) (Jiménez, 2004; Sgroy *et al.*, 2009).

Por otro lado, y en relación al número de botones florales se observó la tendencia citada (Bs1+75%F), en comparación a los tratamientos donde solo se les adicionó el fertilizante y se les inoculó con las bacterias.

En dicho contexto, el uso de hongos simbios y microorganismos biofertilizadores también puede optimizar el crecimiento y perfeccionar los atributos de floración de *Lilium*, híbrido oriental Showwinner<sup>[1]</sup> (Rubí *et al.*, 2012) y *S. ionantha* bajo las condiciones de manejo en vivero<sup>[2]</sup> (Zulueta-Rodríguez *et al.*, 2013), con la consecuente reducción de

los problemas de contaminación ambiental que derivan del uso excesivo de insumos químicos en los sistemas de producción de ornamentales en México.

Finalmente, y tras concluir el conteo de colonias bacterianas entre los tratamientos evaluados en este bioensayo (90 días después de la inoculación [DDI], Figura 1) se constata que el tratamiento Bs1+75%F, aunque presentó la menor cantidad de UFC ( $10^{-4}$  g raíz<sup>-1</sup>) fue el mejor tratamiento, lo cual demuestra que no se requiere contar con altas densidades bacterianas para que se incrementen los efectos positivos, o beneficiosos, en las plantas huésped.

En dicho tenor, García *et al.* (2011) mencionan que de hecho son precisamente las plantas huésped las que seleccionan a las bacterias que más contribuyen a su capacidad para liberar compuestos orgánicos a través de exudados, de tal modo que donde su diversidad es baja y el micro-ambiente muy privativo, es muy probable que influyan en

**Cuadro 1.** Efecto de *Basillus subtilis* 1 y *B. subtilis* 2 aisladas de papaya (*Carica papaya*) (Bs1) y albahaca (*Ocimum basilicum*) (Bs2) cultivadas en Baja California Sur, México, sobre el crecimiento y desarrollo de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*) en vivero comercial.

Tratamientos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Número de hojas	Peso de pecíolos (g)	Peso seco de hojas (g)	Peso seco de raíces (g)	Número de botones florales
100%F	80.11 de	11.20 de	0.58 e	0.65 e	0.60e	4c
75%F	73.22 ef	10.20 ef	0.48 f	0.58 f	0.55ef	4c
50%F	65.22 f	9.55 f	0.48 f	0.49 g	0.40 f	4c
Bs1	83.34 cd	11.50 cd	0.59 e	0.70 de	0.63 de	5c
Bs2	81.01 de	11.50 cd	0.59 e	0.68 e	0.64 de	4c
Bs1+50%F	97.11 c	11.98 c	0.85 c	0.76 cd	0.80c	16b
Bs1+75%F	140.11 a	13.95 a	1.52 a	1.69 a	1.68a	23a
Bs2+50%F	116.11 b	13.00 b	0.98 b	0.92 b	0.48b	15b
Bs2+75%F	116.78 b	12.29 b	0.79 d	0.79 c	0.70 cd	15b

Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (LSD de Fisher,  $P \leq 0.05$ ).

<sup>1</sup> *Glomus fasciculatum* y *B. subtilis* con 22  $\mu$ g mL<sup>-1</sup> de P.

<sup>2</sup> 40 g-consorcio micorrízico planta<sup>-1</sup> más 0.5 g·L<sup>-1</sup> de KNO<sub>3</sub> cada quince días y 1.0 g·L<sup>-1</sup> de MgSO<sub>4</sub> cada mes.



la fisiología de las hospederas en mayor medida, sobre todo teniendo en cuenta su competitividad en la colonización radicular.

De esta manera, las PGPR se convierten en una alternativa de uso cada vez mayor en diversos sistemas de producción debido al reemplazo en insumos químicos (como plaguicidas y fertilizantes) doble en favor del ambiente y del productor (Ashrafuzzaman et al., 2009).

Por lo tanto, la inoculación de especies ornamentales, forestales, hortalizas y cultivos agrícolas con estos microorganismos pudiere dar lugar a múltiples efectos benéficos en la germinación, altura, biomasa, vigor o sanidad de las plantas, así como también en los brotes, floración temprana o contenido de clorofila, entre otras. Sin embargo, valdría la pena estimar los costos-beneficio que un floricultor tendría al recurrir a la inoculación controlada con *B. subtilis* no solo para mejorar el manejo tradicional de la especie ornamental objeto de estudio. Si el envío de violetas africanas a sus distribuidores depende del número de racimos florales y flores casi completamente abiertas, entonces el uso de PGPR podría significar un considerable ahorro en jornales e insumos durante su estancia en vivero.

## CONCLUSIONES

En este estudio se demostró que los mejores tratamientos fueron cuando interactuaron las bacterias con las dosis de fertilización, a diferencia de las bacterias solas. Asimismo, las dosis de fertilización que las violetas africanas demandan es fuerte ya que al reducir la dosis a la mitad (50%) no se satisfacen las necesidades nutricionales de esta especie florícola, tal y como se constató en este bioensayo para las variables evaluadas. Además, el uso de estos microorganismos no solo podría ser una alternativa biotecnológica amigable con el medio ambiente, sino también contribuir al proceso productivo de esta flor en maceta.

## LITERATURA CITADA

- Alanís-Flores G.J., González-Alanís D. 2002. Flora urbana del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. En: Galán L.J., Luna H.A., García J.A., Arévalo K., Cavazos A., Pereyra B. (Eds). Universidad Autónoma de Nuevo León, México: Alba y Horizonte. pp.1-19.
- Ashrafuzzaman M., Hossen F.A., Ismail M.R., Hoque Md. A., Islam M.Z., Shahidullah S.M., Meon S. 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. African Journal of Biotechnology 8: 1247-1252.



**Figura 1.** Efectos comparativos entre los tratamientos fertilizados, la adición de la bacteria y solo fertilizados a los 90 DDT en violeta africana [(*Saintpaulia ionantha*) en vivero comercial].

- Bisgrove R., Hadley P. 2002. Gardening in the global greenhouse: The impacts of climate change on gardens in the UK. United Kingdom (UK) Climate Impacts Programme. Oxford, United Kingdom. 139 p.
- Blake J., Doubrava N., Gorsuch C.S., Scott J.M., Williamson J. 2017. African violets diseases and insect pests. Clemson Cooperative Extension. <https://hgic.clemson.edu/factsheet/african-violet-diseases-insect-pests/>. Factsheet / HGIC 2250
- Calvo P., Zúñiga D. 2010. Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizósfera de papa (*Solanum tuberosum*). Ecología Aplicada 9: 31-39.
- Cárdenas F.A., Estrada L.A., Olalde P.V. 2007. Yield and quality enhancement of marigold flowers by inoculation with *Bacillus subtilis* and *Glomus fasciculatum*. Journal of Sustainable Agriculture 31: 21-31.
- Cavaglieri L., Orlando J., Rodríguez M.I., Chulze S., Etcheverry M. 2005. Biocontrol of *Bacillus subtilis* against *Fusarium verticillioides* in vitro and at the maize root level. Research in Microbiology 156: 748-754.
- Cazorla F.M., Romero D., Pérez-García A., Lugtenberg B.J.J., de Vicente A., Bloemberg G. 2007. Isolation and characterization of antagonistic *Bacillus subtilis* strains from avocado rhizosphere displaying biocontrol activity. Journal of Applied Microbiology 103: 1950-1959.
- Chowdappa P., Mohan Kumar S.P., Jyothi Lakshmi M., Upreti K.K., 2013. Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. Biological Control 65: 109-117.
- DeFilipps R. 2000. Gesneriads turn on "the guiding light". The Plant Press 3: 1-6.
- Falcón A.B., Cabrera J.C. 2007. Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturonidos en peciolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*). Cultivos Tropicales 28: 87-90.
- García J.L., Probanza A., Ramos B., Manero F.J.G. 2011. Ecology, genetic diversity and screening strategies of plant growth

- promoting rhizobacteria. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 164: 1-7.
- Gil R.A.F., López M.S.E., López Z.A. 2017. Aclimatación de plántulas *in vitro* de *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. (Gesneriaceae) "violeta africana" a condiciones de invernadero. *Arnaldoa* 24: 343-350.
- Gururani M.A., Upadhyaya C.P., Baskar V., Venkatesh J., Nookaraju A., Park S.W. 2012. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria enhance abiotic stress tolerance in *Solanum tuberosum* through inducing changes in the expression of ROS-Scavenging enzymes and improved photosynthetic performance. *Journal of Plant Growth Regulation* 32: 245-258.
- Jiménez D.R. 2004. Péptidos secretados por *Bacillus subtilis* que modifican la arquitectura de la raíz de *Arabidopsis thaliana*. Tesis doctoral. CINVESTAV-Irapuato, Guanajuato, México. 85 p.
- Kessler R., y Pennisi B. 2004. Greenhouse production of African violets. (ANR-1257). Alabama A & M and Auburn Universities. Alabama Cooperative Extension System. US Department of Agriculture. 7 p.
- Köberl M., Schmidt R., Ramadan E.M., Müller H., Smalla K., Berg G. 2014. Indigenous PGPR and belowground microbial communities of an organically managed desert agro-ecosystem. *In: Reddy M.S., Ilao R.I., Faylon P.S., Dar W.D. Sayyed R., Sudini H., Kumar K.V.K., Armanda, A. (Eds). Recent Advances in Biofertilizers and Biofungicides (PGPR) for Sustainable Agriculture (pp. 206-214). Proceedings of 3<sup>rd</sup>. Asian Conference on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Other Microbials, Manila, Philippines. Cambridge Scholars Publishing, United Kingdom.*
- Lee K.J., Kamala-Kannan S., Sub H.S. 2008. Biological control of *Phytophthora* blight in red pepper (*Capsicum annum* L.) using *Bacillus subtilis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24: 1139-1145.
- Olivas E.E. 2001. Manual de Laboratorio de Microbiología Básica. Academia de Microbiología y Parasitología. Departamento de Ciencias Básicas. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. 53 p.
- Qiao J.Q., Wu H.J., Huo R., Gao X.W., Borriss R. 2014. Stimulation of plant growth and biocontrol by *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. plantarum FZB42 engineered for improved action. *Chemical and Biological Technology in Agriculture* 1: 12. doi:10.1186/s40538-014-0012-2
- Rong L.Y., Yao T., Zhao G.Q. 2011. Filtration of siderophores production PGPR bacteria and antagonism against pathogens. *Plant Protection* 1: 59-64.
- Rubí A.M., González H.A., Olalde P.V., Reyes R.B.G., Castillo G.A.M., Pérez L.D.J., Aguilera G.L.I. 2012. Interrelación entre fósforo, *Bacillus subtilis* y *Glomus fasciculatum* con la calidad en *Lilium*. *Phyton* 81: 59-68.
- Sayyed R.Z., Patel P.R., Reddy M.S. 2014. Role of PGPR in the bioremediation of heavy metal ions and plant growth promotion of wheat and peanut grown in heavy metal contaminated soil. *In: Reddy M.S., Ilao R.I., Faylon P.S., Dar W.D. Sayyed R., Sudini H., Kumar K.V.K., Armanda, A. (Eds). Recent Advances in Biofertilizers and Biofungicides (PGPR) for Sustainable Agriculture (pp. 105-120). Proceedings of 3<sup>rd</sup>. Asian Conference on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Other Microbials, Manila, Philippines. Cambridge Scholars Publishing, United Kingdom.*
- Sgroi V., Cassán F., Masciarelli O., del Papa M.F., Lagares A., Luna V. 2009. Isolation and characterization of endophytic plant growth-promoting (PGPB) or stress homeostasis-regulating (PSHB) bacteria associated to the halophyte *Prosopis strombulifera*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 85: 371-381.
- Streck N.A. 2004. A temperature response function for modeling leaf growth and development of the African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.). *Ciência Rural* 34: 55-62.
- Tahir M.I., Inam-ul-Haq M., Azam F., Reddy M.S. 2014. Utilization of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* for the root knot nematode management of chilli and their effect on chilli growth. *In: Reddy M.S., Ilao R.I., Faylon P.S., Dar W.D. Sayyed R., Sudini H., Kumar K.V.K., Armanda, A. (Eds). Recent Advances in Biofertilizers and Biofungicides (PGPR) for Sustainable Agriculture (pp. 366-377). Proceedings of 3<sup>rd</sup>. Asian Conference on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Other Microbials, Manila, Philippines. Cambridge Scholars Publishing, United Kingdom.*
- Thomas P.A. 2012. Growing african violets (Circular no. 660). University of Georgia. Cooperative Extension. Athens, Georgia, United States of America. 4 p. [http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/C%20660\\_2\\_.PDF](http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/C%20660_2_.PDF)
- Villa P., Alfonso I., Rivero M.J., González G. 2007. Evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* bioantagonistas de hongos fitopatógenos del género *Fusarium*. *ICIDCA* 49: 52-56.
- Zulueta-Rodríguez R., Trejo-Aguilar D., Lara-Capistrán L. 2013. Hongos micorrízico-arbusculares en la producción de violeta africana en un sistema de manejo tradicional. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19: 343-353.

